

Industrialiseret renovering: det nye marked

Baggrunden

Byggebranchen, bygningsejere, ingeniører og arkitekter står over for en ny udfordring. Renovering af bygningsbestanden bliver til et nøgletema for byggesektoren i de kommende år.

Med udgivelsen af EU-direktivet 2002/91 tilbage i 2002 blev det besluttet at det bygningsrelaterede energiforbrug skal formindskes drastisk i alle EU-lande frem til 2020.

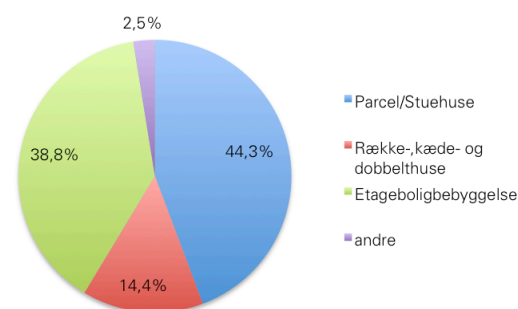
Danmark har valgt at omsætte direktivet i form af en "energipolitisk aftale"¹, og det blev vedtaget at energiforbruget i nybyggeri skal reduceres med mindst 25% til 2010, yderligere 25% til 2015 og 25% til 2020. I alt en reduktion svarende til 75% i forhold til kravene, der var gældende i februar 2008².

Efter BR08 var kun store renoveringsprojekter omfattet af de nye krav til energiforbruget³, men med indførelsen af BR10 og de sidste ændringer i byggeloven⁴ er også alle "ombygninger og andre forandringer i bestående bebyggelse, som har betydning for energiforbruget i bygningen"⁵ omfattet fremover. ⁶ Udover dette er der også kommet mange nye krav til bygningsdele og tekniske installationer og man kan forvente at kravene bliver yderligere skærpet i løbet af de næste år⁷.

Bygningsbestanden og boligforhold i 2010

Bygningsbestanden i Danmark er kendetegnet ved lang levetid og holdbare bygninger. Set i forhold er antallet af nyopførte bygninger på årsbasis meget lille. Tal fra Danmarks Statistik viser at kun 4,8% af det samlede boligareal er blevet bygget i de sidste 5 år⁸ og at kun 1,7%⁹ af boligbestanden er blevet opført efter BR08 trådte i kraft.

antal boliger efter boligtype



Figur 1: boligbestanden efter bygningstype

¹ Se også "Aftale mellem regeringen (Venstre og Det Konservative Folkeparti), Socialdemokraterne, Dansk Folkeparti, Socialistisk

² krav om bygningers energiforbrug i BR95, med ændringer indtil 2008 (også BR06). Reduktionen blev nedskrevet i BR08 som (frivillige) Lavenergiklasse 1 og Lavenergiklasse 2. Lavenergiklasse 2 er per 1. Januar 2011 blevet til mindstekrav i BR10, LEK 1 (BR10: LEK 2015) forventes at blive mindstekrav i 2015. En ny LEK – LEK 2020 – blev introduceret den 24. August 2011 og skal blive til mindstekrav i 2020.

³ For renoveringsprojekter hvor mindre end 25% af klimaskærmen skulle ændres var der mulighed for dispensation – se også 25% reglen i BR08. 25%-reglen er bortfaldet i BR10 (1. Juli 2011).

⁴ Lov Nr. 158, 16. februar 2010

⁵ LBK nr 1185 af 14/10/2010 (Byggeloven), Kapitel 1, §2e. / BR10 (7.4.1, Stk.2) : Alle energibesparende, "rentable" og samtidig "fugtteknisk forsvarlige" foranstaltninger skal gennemføres. se også BR10 (7.4.2, Stk.8), krav forventes iført i 2015

⁶ LBK nr 1185 af 14/10/2010 (Byggeloven), Kapitel 1, §2e. / BR10 (7.4.1, Stk.2) : Alle energibesparende, "rentable" og samtidig "fugtteknisk forsvarlige" foranstaltninger skal gennemføres.

⁷ EBST er pt. i gang med at definere 2020-klassen og der forventes at de nye bestemmelser offentliggøres i løbet af foråret 2011 (læs også <http://www.ebst.dk/2020>)

⁸ DST: BYGB33, tal henviser til bruttoarealet (m2) opført 2005-2010 (4,8% svarer til 17.373.000m2)

⁹ DST: BOL101, tal henviser til antallet af boliger opført siden 2008 (1,7% svarer til 47.401 boliger)

Den gennemsnitlige alder på et boligbyggeri er ca. 57år¹⁰. I dag er 61,5% af alle boliger i Danmark ældre end 40 år (*Region Hovedstaden: 70,2%*) og 24,5% er ældre end 80 år^{11,12}.

Derudover er det også interessant at en tredje del af boligbestanden – 33,1% - er blevet opført på kun 25 år mellem 1950 og 1975, det tidsrum som er kendt for "montagebyggeriet", hvor mange af de store boligkomplekser og -områder i Danmark blev opført som elementbyggeri.

De fleste boliger findes i parcel-, og rækkehuse (samlet 58,7%), mens boliger i etageboligbebyggelser udgør 38,8% af alle boliger.

Ser man kun på etageboligbebyggelser, så ser tallene lidt anderledes ud. Den gennemsnitlige alder ligger på 64 år og 71,8% af alle etageboliger er ældre end 40 år.

Årsagen til dette ligger i "byggeboomet" i perioden 1950-75, hvor en god tredje del (35,1%) af alle etageboliger er blevet opført, svarende til ca. 32mio. m².

I forhold til hele bygningsbestanden udgør boligbebyggelser ca. 50,4% og i gennemsnit har hver dansker 50,6m²¹³ til at bo på (NBHS 2005: 38), mens det gennemsnitlige "personlige arealforbrug"¹⁴ ligger på ca. 129m²¹⁵. Den gennemsnitlige husstandsstørrelse ligger på 2,0 personer. Ser man kun på parcelhuse, ligger gennemsnittet højere på ca. 2,5 personer, mens den ligger lavere på kun 1,6 beboer per etagebolig. Det gennemsnitlige bolig i et parcelhus har en størrelse på ca. 143m², mens den har ca. 78m² i etageboligbebyggelser¹⁶.

Sammenlignet med boligforholdene i andre europæiske lande er boligarealet per indbygger højest i Danmark (NBHS 2005: 38). Det "personlige arealforbrug" er til gengæld højere i andre lande (f.eks. Tyskland ca. 300m²), hvilket peger på at en relativ stor del af omkostningerne der er relateret til byggeriet i Danmark bliver forårsaget af boligsektoren.

Bygningsbestandens energiforbrug og potentiale til besparelser

Energiforbruget i husholdninger stod for ca. 30% af hele Danmarks energiforbrug i 2009¹⁷.

84% af energien bliver brugt til varme og opvarmning af brugsvand, mens 16% udgør el¹⁸.

¹⁰ baseret på DST, BYGB33. Der er antaget at bygninger opført før 1900 har en gennemsnitlig alder på 130år (opførelsesår 1880). Den gennemsnitlige alder for bygninger opført efter 1900 ligger på 50,7år.

¹¹ baseret DST: BOL101. Udtræk af alle bygninger opført før 1930 (ældre end 80 år) og 1970 (ældre end 40år).

¹² Alle tal fra DST:BOL101 henviser til antal af beboede og ubeboede boliger.

¹³ Tal henviser til nettoarealet per indbygger i 2004. Gennemsnittet i EU er 33,9 m² boligareal(netto)/person, gennemsnitstallet fra Danmark ligger dermed om ca. 33% højere og er samtidig den højeste i EU (tal fra 2004) (NBHS 2005: 38). Boligernes gennemsnitlige bruttoareal per beboer ligger på 65,8m² efter statistikker fra DST, 2010.

¹⁴ Areal af alle bygninger i Danmark delt med befolkningstallet. "Personligt arealforbrug" går ud på at vi bruger meget mere areal end det der er relateret til vore boliger, så f.eks. offentlige bygninger, arbejdspladser, men også industrianlæg, butikker eller sportsfaciliteter som vi i princippet "lejer" igennem køb af varer eller entrebilletter. Alle disse arealer skal vedligeholdes, opvarmes og serviceres og vi er derfor også – men indirekte - ansvarlig for dem.

¹⁵ DST, beregnet på baggrund af tabeller BYGB33 (bygningensareal) og HSB3 (befolkningstal per 1.januar 2010).

¹⁶ DST, beregnet på baggrund af tabellen BOL103. Både beboede og ubeboede boliger er taget med i beregningen.

¹⁷ ENS, Energistatistik 2009, S.33

¹⁸ ENS, Energistatistik 2009, S.33. Husholdningernes energiforbruget lå i 2009 på samlet 192,1 PJ (30% af hele Danmarks energiforbrug). Energiforbruget kan deles op i energi brugt til opvarmning: 159,5PJ (84%) og EL: 32,6PJ (16%).

I gennemsnit bruger hver husholdning ca. 15.026 kWh til opvarmning og varmt brugsvand om året¹⁹. Der er dog en stor forskel mellem de forskellige boligtyper. Efter en tommelfingerregel udviklet af SBI²⁰, ligger det gennemsnitlige energiforbrug til varme i etageboliger på ca. 19.490 kWh i parcelhuse og på ca. 6.700 kWh i etageboliger. Set i forhold til den gennemsnitlige boligstørrelse, betyder det at man kan antage et varme-relateret energiforbrug på ca. 138kWh/m²a i parcelhuse og på ca. 86kWh/m²a i etageboliger.

Sammenlignet med de nye krav om bygningers energiforbrug i BR10, bliver energirammerne i gennemsnit overskredet med ca. 115% i parcelhuse og 16% i etageboliger²¹. Der skal dog henvises til at i tommelfingerreglen ikke tager hensyn til det varme- og ventilations-relateret el-forbrug og at man derfor kan antage at forbrugstallene faktisk er højere. Den direkte sammenligning af tal fra tommelfingerreglen og energirammeberegningen kan derfor kun vise en tendens (nemlig at bygningsbestanden – og her især parcelhusene - har en meget højere energiforbrug end energirammen efter BR10 (BR08)²² tillader), men må ikke ses som absolutte tal.

Derudover stilles der mindstekrav, de så kaldte "komponentkrav"²³, til klimaskærmen, ventilation og luftskifte, installationer og mfl., som ikke vil kunne overholdes af de fleste ældre bygninger.

En ny rapport fra SBI (Kragh og Wittchen 2010: 18ff)²⁴ viser at i et scenario hvor hver bygning renoveres til ca. 50%-75% til tidssvarende standarder²⁵, kan der antages en energibesparelspotentiale på ca. 50% af det samlede boligbygnings-relateret energiforbrug i Danmark. Rapporten inkluderer også to andre scenarier hvor bygningerne bliver renoveret til 80%-100% og efterviser et besparelspotentiale på op til ca. 72%²⁶ af energiforbruget i 2009.

Deler man tallene op efter boligtype, så er besparelspotentialet højest for etageboliger (mellem ca. 58% (Scenarie A) og ca. 80% (Scenarie C)), mens det ligger på mellem ca. 47% (A) og 68%(C) for enfamiliehuse.

¹⁹ ENS, Energistatistik 2009, S.33: Gennemsnitligt brutto energiforbrug per husholdning til varme og varmt brugsvand: 62,6GJ (=17.389 kWh), samlet gennemsnitligt energiforbrug per husholdning: 75,4GJ (= 20.944kWh). Nettoenergiforbruget (efter lokal tab pga. varmeanlæg) af alle husholdninger i DK ligger på 137.846GJ, eller 54,1GJ per husholdning. DST udviser 2.548.240 husholdninger i 2009.

²⁰ Nærvig Petersen, Kristine og Kirsten Gram-Hansen, Husholdningers energi- og vandforbrug, SBI 2005:9, S.6

²¹ Energirammeberegningen efter BR10 giver en energiramme på ca. 64 kWh/m²a i parcelhuse og ca. 73 kWh/m²a i etageboliger, antaget at et parcelhus har i gennemsnit et areal på ca. 143m² og en etagebolig på ca. 78m².

²² Beregningen af bygningens energibehov (også energirammeberegningen) og tilsvarende "energiklasser" (BR08, Lavenergiklasse 2 (LEK2), Lavenergiklasse 1 (LEK1)) er blevet indført i BR08 (Februar 2008). Fra 1.Januar 2011 gælder de nye klasser efter BR10, hvor LEK2 er blevet til den nye standardklasse BR10 (med en lille afslag) og LEK 1 til LEK 2015. Energirammeberegningen for boliger for klasse BR10 følger formlen: 52,5+1650/A [kWh/m²a] (se også BR10, Afsnit 7.2.2). Energirammen for LEK 2015 bliver beregnet efter formlen 30+1000/A [kWh/m²a] (se også BR10, Afsnit 7.2.4.1). Den beregnede energiramme inkluderer al energi brugt til varme, opvarmning af brugsvand, køling og ventilation i bygningen. El indgår med faktor 2,5 i energirammen, mens fjernvarme har faktor 1,0. I energirammeberegningen for LEK 2015 indgår fjernvarme med faktor 0,8 (BR10, Afsnit 7.2.1, Stk. 11).

²³ Se også BR10, Afsnit 7.4 (Klimaskærm) og Afsnit 8 (Installationer).

²⁴ Kragh, Jesper, Kim B. Wittchen. SBI 2010:56, Danske bygningers energibehov 2050, 2010, S. 18ff.

²⁵ Se også SBI2010:56, S.18: i scenarie A antages forbedret 50% af klimaskærmen (ydervægge +200mm isolering), 75% af lofterne (tage +300mm), 50% af gulvene (terrændæk +100mm) og 75% af vinduerne (til u-værdi 1,0). Installationer til ventilation antages forbedret med 75% og til varmt brugsvand med 50%.

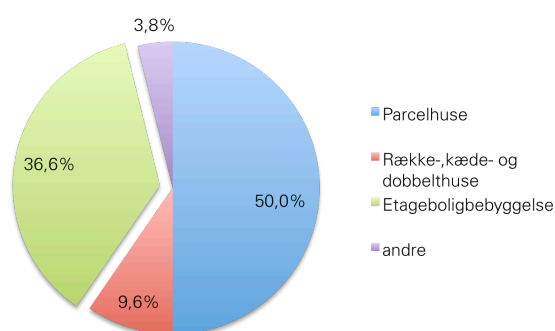
²⁶ Tal henviser kun til bolig-relateret energiforbrug, kontor/handel som også eftervises i beregningen fra SBI er ekskluderet.

Et (nyt) marked – for renovering

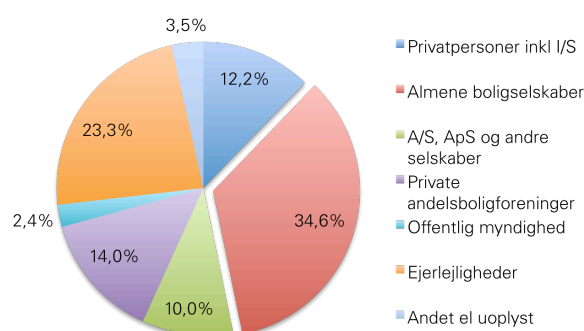
De viste tal og de nye love peger på at renovering bliver fremtidens opgave i byggebranchen. Rapporten fra SBI – "Danske bygningers energibehov 2050" - viser at et bredt ønske om at spare energi, bliver især renoveringen af etageboligbebyggelser interessant²⁷.

Særligt etageboligbebyggelser har potentiale til at blive renoveret med systemleverancer på grund af deres specielle ejerforhold. Her ejes ca. 35% af alle etageboliger af almene boligselskaber og ca. 24% af andre private selskaber eller foreninger, mens ca. 35% er ejerlejligheder eller ejet af privatpersoner.²⁸ I tal betyder det at ca. 29 mio. m2 boligareal fordelt på ca. 356.000 lejligheder, ejes af ca. 540 almennyttige boligselskaber²⁹. Renoveringen af disse lejligheder vil kunne gennemføres på sammenlignelige økonomiske og sociale præmisser³⁰ og set i forhold til enfamiliehuse, med et relativt ringe antal af forskellige bygherre og ejere. En anden interessant ansamling som DSTs statistik viser er, at ca. 57% af de etageboligbebyggelser ejet af almennyttige boligselskaber er blevet opført mens montagebyggeriet var på sit højeste tid (, mellem 1950-75). og 1975. Derfor kan det antages at de samme renoveringsløsninger kan anvendes i et stort antal af renoveringsprojekter.

I Danmark bor ca. 10% af hele befolkningen i etageboligbebyggelser som ejes af almene boligselskaber.³¹ Renovering af disse boliger kommer derfor til at have en stor indflydelse på folks boligforhold og livskvaliteten i hele Danmark.



Figur 2: bygninger opført 1950-75: andel efter bygningstyp2e



Figur 3: bygninger opført 1950-75: ejerforhold

²⁷ Tal fra rapporten SBI 2010:56 viser at besparelespotentialet ligger mellem 58% og 80%, mens den ligger mellem 47% og 68% for enfamiliehuse.

²⁸ Tal fra DST – 2009. Den præcise fordeling for hele Danmark er: Almene Boligselskaber: 34,6%, privatpersoner, inkl. I/S: 12,2%, A/S, ApS inkl. andre selskaber: 10,0%, private andelsboligforeninger: 14,4%, offentlig myndighed: 2,4%, ejerlejligheder: 23,3%, uoplyst: 3,5%.

²⁹ Boligselskabernes Landsforening, Statistik Januar 2010

³⁰ økonomiske og sociale præmisser henviser til de særlige forhold i den almene sektor. Renoveringsprojekter er normalt støttet igennem Landsbyggefonden og/eller Byggeskedefonden, som pålægger renoveringsprojekterne deres regler. Samtidig er beboerne af almen boliger – generelt set - ikke dem der er særlig ressourcestærkt og det vil sætte yderlige begrænsninger for det finansielle omfang af et renoveringsprojekt. Dette faktum skaber desuden et ønske på bygherrens side at tiltrække flere beboer med en bedre økonomisk, men også social baggrund til disse boligområder (se også (SM 2006:p17)

³¹ tal fra DST – Statistikbanken, 2010

Udviklingen af systemleverancer til formålet vil være relevant for at sætte gang i mere ressourceskånende renoveringer med høj kvalitet og øget økonomisk tryghed, men også for at reducere kompleksiteten af renoveringsprocessen for bygherrer³².

Definitionen af et marked for renoveringer er faktisk ikke nyt – Erhvervsfremmestyrelsen (EFS) har i 2000 i en redegørelse med titlen "Byggeriets Fremtid – fra tradition til innovation"³³ beskrevet en vision for det fremtidige støttede boligbyggeri:

"Det støttede byggeri skal være foregangsbyggeri, og det skal sikres, at der opnås størst kvalitet til prisen, ikke alene byggetekniske og funktionelle kvaliteter, men også kvaliteter som f.eks. arkitektur, tilgængelighed og en minimering af byggeriets miljøbelastning. Bygherrer af støttet byggeri skal gennem deres byggevirksomhed være med til at udvikle byggeriet, medvirke til opbygningen af nye kompetencer og fremme en nyindustrialisering af byggeerhvervet." (EFS 2000: 67)

Citatet henviser til nybyggeri, men i selve redegørelsen skrives der også om det kommende marked i renoveringsbranchen – især når renovering af de industrielt opførte bygninger fra 60'erne og 70'erne kommer i gang. Desuden beskrives renoveringsbranchen i dag som håndværkstung, men det antages at, med den kommende vækst af branchen, vil muligheden for brugen af industrialiserede processer og komponenter vokse betragteligt (EFS 2000: 182).

Det interessante er at EFS har vurderet markedet som at være stor allerede tilbage i december 2000. I dag kan der forventes at markedet for renoveringer er blevet endnu større efter de nye regler om bygningernes energibehov er tråd i kraft med BR08 og der er indført krav om renoveringens omfang med BR10.³⁴

Økonomien i renoveringsprojekter

Økonomien spiller en afgørende rolle i renoveringsprojekter og især når man arbejder med renoveringsprojekter som har energiforbedringer i fokus. Energirenoveringer kendetegnes af formålet at forbedre bygningens energiregnskab, men energirenoveringer er ikke nødvendigvis en byggeteknisk fornøden renovering. Det vil sige, at en energirenovering følger andre økonomiske overvejelser end en renovering af f.eks. byggeskader. Energirenoveringer skal være rentable og faktisk også profitable for at det er interessant at gennemføre dem. I en renovering med fokus på byggeskader spiller økonomien selvfølgelig også en vigtig rolle, men udbedringen af skaden er en nødvendighed for at undgå en endnu større (økonomisk) skade, hvorimod en forbedring af energiforbruget eller en øget energieffektivitet kan anses som et tilvalg.

³² henviser til "One-stop-shopping" konceptet. Systemleverancer tilbyder muligheden for at integrere mange komplekse planlægningsopgaver, men også services som opsætning og vedligeholdelse, hen til bortskaffelse. Fordele for bygherrer med systemleverancer er at én leverandør står for hele processen og garanterer leverancens ydelse og omkostninger igennem dens levetid.

³³ Redegørelse fra Byggepolitisk Task Force, By- og Boligministeriet Erhvervsministeriet, 2000

³⁴ byggeloven og BR10: allerede ved renovering af enkelte bygningsdele gælder komponentkrav (f.eks. ved udskiftning af et enkelt vindue), alle energibesparende foranstaltninger der anses som "rentabel" og ikke skaber andre problemer/skader skal gennemføres.

I BR10 blev der indført krav om energirenoveringer, men med en klausul om at tiltagene skal være økonomisk "rentable". Om en investering er rentable skal vurderes efter følgende formel som tager afsæt i beregningen af den simple tilbagebetalingstid³⁵: $(\text{levetid} \times \text{årlig besparelse}) / \text{investering} < 1,33$ ³⁶.

For de fleste bygningskomponenter er levetider fastlagt i BR10³⁷. Den årlige besparelse skal beregnes på grundlag af vores nuværende energipriser og investeringen indeholder alle ekstraomkostninger som er

betinget af tiltaget. Grænseværdien "1,33" er blevet fastlagt på baggrund af at en

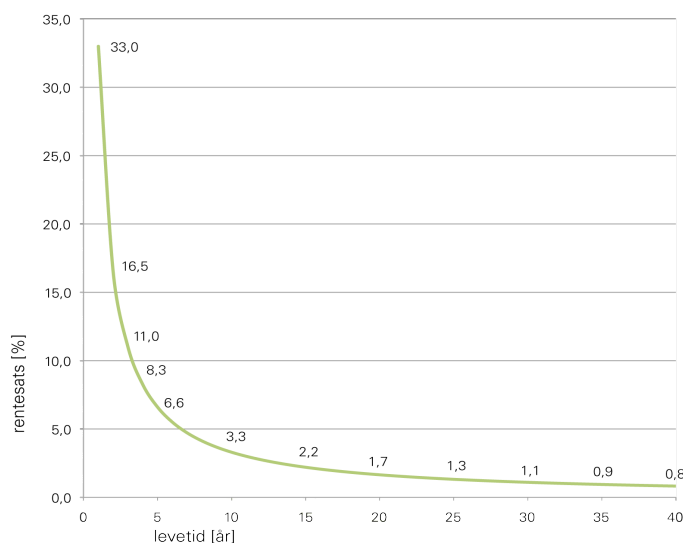
investering skal "tjene ind" i 25%³⁸ af dens levetid for at være "rentabel" (EBST BR10 2010: Kap7.4.1, Stk.2).

Men om en investering er fordelagtig bliver afgjort af, hvilke andre muligheder for investering der findes. Det vil sige, at en investering i en bygning skal konkurrere med f.eks. pengemarked (statsobligationer, fonde, aktier, mfl.) ... og ikke kun med hensyn til en mulig afkast (eller besparelse når man omtaler en foranstaltning til energibesparelser), men også til risiko, fleksibilitet og muligheden til reinvestering.

En investering skal returnere mindst kapitalomkostningerne, som kan bestemmes af den risiko-justerede rente på kapitalmarkedet. Denne består af den risikofrie rente (statsobligationer med høj bonitet), inklusive et risikotillæg. Derudover skal videre forudsætningerne for investeringen med hensyn til tidsrammen, fleksibilitet og muligheden for reinvestering tilgodeses.³⁹

Grænseværdien i BR10 ($>1,33$) svarer til en minimums forrentning på ca. 6,6% regnet på en levetid på 5 år eller 3,3% på 10 år⁴⁰ (se Fig. 4), og det kan anses som en forholdsvis høj rentesats og som svarer p.t. til rentesatsen på 10-årige danske statsobligationer⁴¹ (DN 2010:16).

Et eksempel (Fig. 5): et solcelleanlæg på 5kWp skal etableres på et parcelhustag. Omkostninger til anlægget inkl. udgifter til planlægning og håndværker ligger på ca. 140.000Kr. Anlægget har en levetid på 20 år og



Figur 4: rentesats på investering afhængig af levetid for rentable foranstaltninger (rentabilitet = 1,33)

³⁵ Den simple tilbagebetalingstid beregnes efter formlen $T=I/B$, hvor T er tilbagebetalingstiden, I er Investeringen og B er den årlige energibesparelse. Formlen for rentabilitetsfaktoren som bruges i BR10 "er tæt knyttet til den simple tilbagebetalingstid" (Tommerup 2010:p35)

³⁶ BR10, Bilag 6: Beregning af bygningers energibehov (til kap 7)

³⁷ BR10, Bilag 6, Tabel 2

³⁸ ROI (Return-of-Investment) efter 75% af tiltaget levetid. (F.eks. levetid = 10 år, ROI efter 7,5 år)

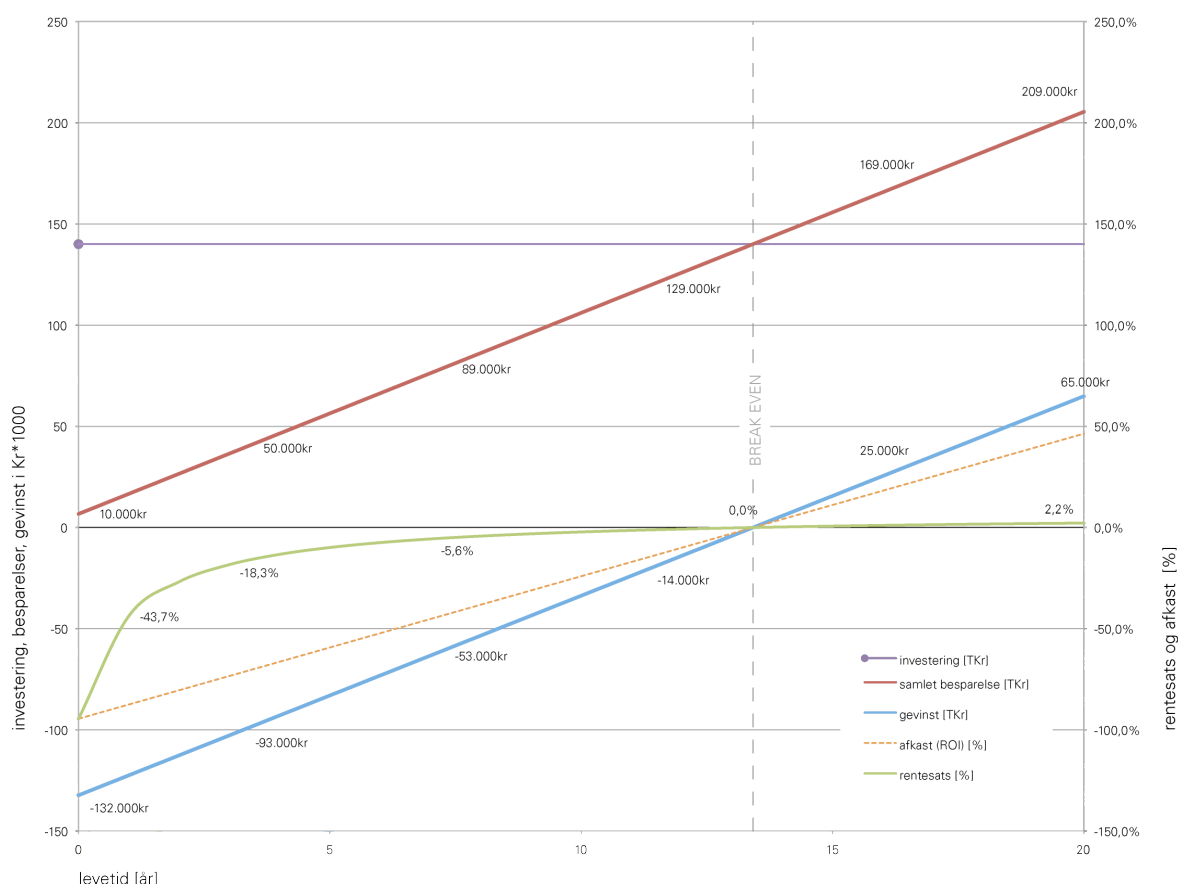
³⁹ se også CAPM- modellen (Møller 1999:32)

⁴⁰ rentesatsen er afhængig af løbetiden (levetiden) og den beregnede "rentabilitets værdi" ($\text{årlig besparelse} \times \text{levetid} / \text{investering} > 1,33$, efter BR10). Beregner man rentesatsen efter formlen " $\text{rentesats}[\%] = (\text{årlig besparelse} - \text{investering} / \text{levetid}) / \text{investering} \times 100$ ", og hvor " $\text{årlig besparelse} \times \text{levetid} / \text{investering} = 1,33$ ", så svarer en løbetid på 10 år til en rentesats på 3,3% og en løbetid af 20 år til en rentesats på 1,7%. (se også Figur 4)

⁴¹ Danmarks Nationalbank: Kvartalsoversigt 4. Kvartal 2010, side 16, Figur 11

giver en årlig energibesparelse på ca. 5200 kWh (antaget at el-produktionen dækker husholdningens forbrug og at der hverken bliver købt eller solgt el). Efter rentabilitets formlen i BR10 er investeringen rentabel (værdi på $1,42 > 1,33$), og investeringen forrentes henholdsvis med 2,2% per år over dens 20-årige levetid⁴².

Tidspunktet hvor besparelsen som anlægget forårsager er lige så høj som udgifterne tilknyttet til anlægget (Break-Even-Point / ROI) ligger efter 14 år og det svarer til 70% af anlæggets levetid⁴³.



Figur 5: Eksempel solcelleanlæg med en levetid på 20 år (linear beregning)

I forhold til en andre typer investeringer tjener en bygningskomponent ikke penge ved rentegevinster eller fra salg af produkter, men gennem energibesparelser. Her ligger problemet, at en gevinst fra energibesparende tiltag kun vil være til fordel for brugeren (som besparelsen gavner) og ikke nødvendigvis for bygherren, som har investeret i tiltagene. Dette faktum henviser til et kendt problem som energirenovering af udlejede boliger har til fælles – ”paradoks problemet”: bygherren – som skal investere –

⁴² Rentesatsen er variabel over levetiden. Ved en kortere levetid kan den maksimale gevinst og dermed også den maksimale rentesats ikke opnås. I eksemplet tages ikke hensyn til prisstigning på energimarkedet, stigende driftsomkostninger eller mulige finansieringsomkostninger som kan være tilknyttet til et solcelleanlæg.

⁴³ Som skrevet før, er ”rentabilitetsfaktoren” fastlagt efter princippet at et tiltag skal kunne ”indtjene” en gevinst i mindst 25% af dets levetid (ved faktor 1,33). I eksemplet er rentabilitetsfaktoren større end 1,33 ($=1,42$) og det betyder at anlæggets break-even-point ligger tidligere i levetiden – efter 70% af levetiden, og 30% af levetiden er tilbage til at tjene med anlægget.

er ikke den som sparer energien og dermed får en finansiell besparelse, det er derimod lejerne. Incitamentet til at gennemføre en energirenovering er altså lille, selvom den viser sig at være rentabel efter en beregning (se hertil også Bygherreforeningen 2010).

Interessant i diskussionen om "rentabilitet" er, at en større investering som medfører en længere levetid af tiltaget også betyder en større rentabilitet (Hermelink, 2009: 8). Det faktum synes især afgørende i en renoveringssag med fokus på bæredygtighed.

Problemet er selvfølgelig at et projekts økonomi bestemmer rammerne og dermed også kan forhindre at den bedst mulige balance mellem levetid og tilbagebetalingstid kan skabes og udnyttes⁴⁴.

Der skal desuden også henvises til den store betydning rentabilitetsvurderingen og dens beregningsmetode har: i BR10 er fastlagt, at energiforbedringer kun skal udføres hvis beregningen viser at de er "rentabel"⁴⁵.

Men forudsætningerne i en renoveringssag med fokus på energi kan være meget forskellige og derfor spiller flere parameter en afgørende rolle når rentabiliteten skal vurderes. Ifølge Andreas Hermelink (2009) kan udeladelsen af følgende "forvrængningsfaktorer" medføre en beregningsfejl i størrelsen faktor 3 i en rentabilitets beregning med fokus på energi effektivitet: beregning af kun den simple tilbagebetalingstid, energiprisernes eksponentielle udvikling⁴⁶, tilbagebetalingens metode (med hensyn til den bedst mulige profit per investering frem for levetiden), for høje antagne renter på finansiering, men også på ønsket afkast (inkl. hensyn til inflation og risiko), synergieffekter (f.eks. facaderenovering har ikke kun energieffektivisering til grund, men også udbedring af andre skader ("anyway-renovation"), realistiske levetid og procentuel afskrivning ifølge finansieringens løbetid.

En chance for en afvigelse i beregningerne i størrelsesorden "faktor 3" betyder faktisk at flere renoveringer ville vise sig at være rentabel end en beregning af den simple tilbagebetalingstid lader os formode.

Korrigerer man der tidligere anførte eksempel på et solcelleanlæg betyder det, at break-even-punktet ligger allerede efter ca. 11 år (før 14,1 år).

En videre, interessant aspekt rapporten indirekte peger på, er de to forskellige perspektiver der findes i renoveringssager med fokus på energi effektivisering: det individuelle (private) perspektiv og samfundets perspektiv (Hermelink 2009: 14). Forskellen er, at der gælder andre forudsætninger i en vurdering ud fra den individuelle perspektiv end ud fra et samfundsmæssigt perspektiv. Et tiltag kan være meget profitable for en bygningsejer, mens det betyder udgifter til samfundet. En anden situation kunne være at et tiltag udføres på den mest rentable måde for bygningsejeren, men en mindre fradrag i den individuelle profit ville betyde en gevinst for samfundet⁴⁷.

⁴⁴ fordi bygherren ikke er i stand til at finansiere den mest rentable løsning og er derfor nød til at finde en kompromis mellem finansieringen og rentabiliteten.

⁴⁵ se også BR10 7.4.1, stk. 3: undtagelser relateret til problemer med fugt.

⁴⁶ f.eks. olieprisen (fyringsolie sommer) i Danmark er steget med 45% (inflationskorrigeret) siden 1. januar 2001 (EOF 2011).

⁴⁷ et eksempel Andreas Hermelink (2009) anfører er bestemmelsen af tykkelsen af isolering: rentabilitetsvurderingen viser at 20cm isolering er mest profitable (100%) og medfører en energibesparelse på ca. 88%. En isoleringstykkelse på 35cm er lidt mindre

Når man sætter fokus på bæredygtigheden er overvejelser som disse meget relevante siden bæredygtig udvikling kræver at man indtager et forhøjet perspektiv på ethvert problem og at der tages mest hensyn til samfundets interesser.

En anden anerkendt metode til vurdering og sammenligning af energitiltag er den såkaldte "energisparepris". Energispareprisen betegner den pris en besparelse af 1kWh kommer til at koste med det eller de valgte tiltag. Ligger energispareprisen under energiprisen, er det rentabelt at udføre tiltaget, ligger energispareprisen over energiprisen er det billigere (eller rentabelt) at købe energien. Især ved lavenergibygninger synes modellen at være brugbart, fordi den tillader en sammenligning af de forskellige tiltag (igennem beregningen af de forskellige energisparepriser). Lavenergibygninger er specielt, siden det kan være nødvendigt at medtage enkelte foranstaltninger som ikke er rentable i en økonomisk vurdering, men uden dem kan den ønskede lavenergiklasse ikke opnås. Med energisparepris-modellen kan til gengæld et flertal af tiltag beregnes samlet og der kan samtidig også tages hensyn til forskellige udviklinger af finansieringsprisen og/eller energiprisen. Det igen giver mulighed for at medtage ikke-rentable tiltag i et omfang, der er – samlet set på alle tiltag – rentabelt (Hviid and Petersen, 2005).

Konkluderende kan siges at rentabilitetsberegningen efter BR10 er forholdsvis nemt at gennemføre og bliver dermed også meget brugbart til ikke-professionelle bygherre. Til gengæld er beregningsmetoden meget forenklet og tager ikke hensyn til prisudvikling, inflation, risiko og andre faktorer, som faktisk ville vise at flere renoveringstiltag var økonomisk rentable. Især med hensyn til stigende energipriser kunne BR10 suppleres med en "Energiscenario" hvori en sandsynlig prisudviklingen på energimarkedet og udviklingen af inflationen og renter over de næste 40 år angives⁴⁸.

profitable (94%), mens energibesparelsen ligger på 93% og vil medføre en gevinst for samfundet, siden der skal produceres endnu mindre energi.

⁴⁸ Energistyrelsen udgiver jævnligt "Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet". Rapporten informerer om nøgletal som bruges til vurderinger på energiområdet. Rapporten omfatter energipriser af forskellige fossile brændsler, rente og inflationsomkostninger, såvel som afgifter og omkostninger der er relateret til emissioner af drivhusgasser (CO₂, NO_x, SO₄, m.fl.) (se også: Energistyrelsen, 2010)

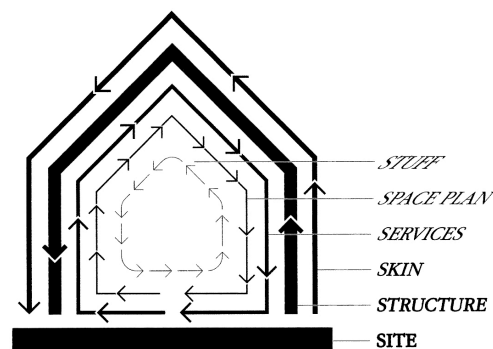
Livscyklusbetragtning og økonomi

Bygningskomponenter har, alt efter deres brug og kvalitet, forskellige levetider efter hvilken de skal sættes i stand eller udskiftes. Tal fra DST - som omtalt tidligere – viser at en bygning i gennemsnit bruges i 57 år, men ca. 25% af alle bygninger bliver 80 år og ældre. Og det vil sige at der i planlægningen af en bygning skal tages hensyn til den lange tid en bygning er i brug samtidig med at enkelte komponenter med kortere levetider skal kunne udskiftes uden at hele bygningen eller mange andre komponenter bliver berørt.

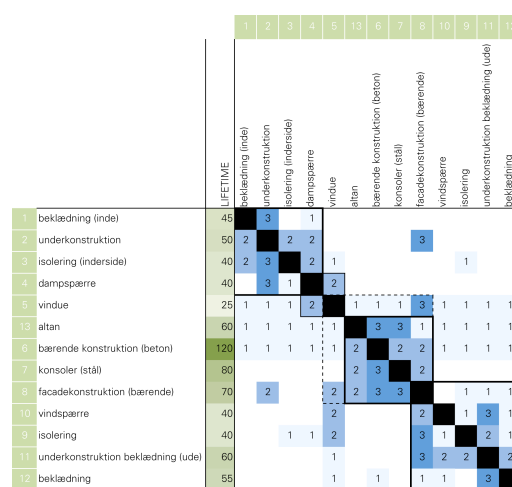
Stewart Brand og Francis Duffy (Brand 1995: 13) har beskrevet problemet i modellen "Shearing layers of change" (Fig. 6) hvor en "sammenkædning af afhængigheder og levetider" i bygninger bliver vist. Brand henviser til seks "lag": "Site" – sted, "structure" – konstruktion, "skin" – facade/klimaskærm, "services" – installationer, "space plan" – planløsning, og "stuff" – overflader, fast indretning, møbler, osv. Ifølge modellen har alle lag forskellige levetider alt fra "uendelig" (stedet) til få år (indretning).

Det interessante ved modellen er at den viser at en udskiftning af et lag som ligger længere "inde" i systemet også kræver en udskiftning af alle foranliggende lag og har derfor også stor indflydelse på deres faktiske levetid. For planlæggere betyder dette at bygninger skal tænkes i lag eller som moduler, der skal kunne udskiftes eller opgraderes uafhængig af hinanden (grænseflader). Antallet af nødvendige bindeled skal reduceres så vidt som mulig og samtidig skal kæden af afhængigheder analyseres for at kunne optimere hele konstruktionen.

En mulig metode og et interessant værktøj til visualisering af afhængigheder er den såkaldte Design-Structure-Matrix (DSM) som kan bruges til at kortlægge strukturelle forbindelser mellem forskellige komponenter og til efterfølgende optimering af konstruktionen (Fig. 7)⁴⁹.



Figur 6: Stewart Brand/Francis Duffy: Shearing Layers of Change



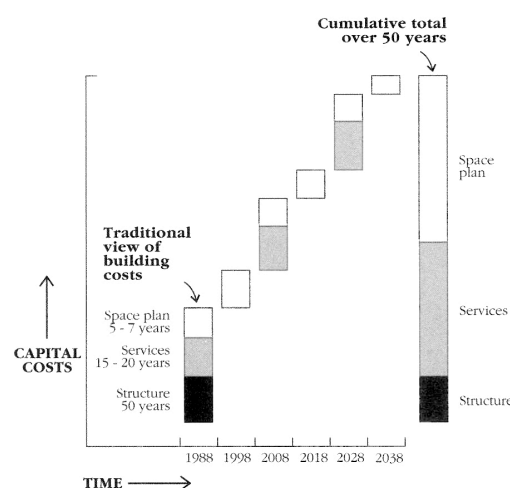
Figur 7: DSM af facadeelement i Urbanplanen

⁴⁹ Design Structure Matrix (DSM)

Kortlægning af afhængigheder mellem konstruktionens elementer/komponenter
Kolonne 1 / Række 1 (Nr. 1-13): facadens "lag"/elementer (efter clustering/sortering)
Kolonne 2: skønnede levetider i år

Eksemplen af en DSM er taget fra renoveringen af Urbanplanen, hvor man valgte at bibeholde indersiden af facaden og sætte add-on elementer op på ydersiden. Beboerne fik desuden mulighed for tilvalg af altaner. DSM analysen viser at der er ufordelagtige forbindelser mellem den gamle "underside" og den bærende konstruktion som gør at i den næste renovering hele facaden skal udskiftes og ikke bare de komponenter som har nået deres maksimale levetid. Samtidig vises der afhængigheder mellem dampspærren og vinduer som er problematisk i forhold til enkelt udskiftning af vinduer. Det samme gælder også altanen som

Metoden kan bruges til en vurdering af den bedste tidspunkt til en mere gennemgribende renovering og også hjælpe med at vurdere om de antagne levetider af enkelte bygningskomponenter faktisk kan opnås før den bagvedliggende bygningskomponent skal udskiftes. Med hensyn til økonomi fører Stewart Brands/Francis Duffys model hen til et interessant aspekt: efter en levetid af 50 år er udgifterne til renovering og adaption blevet større end de oprindelige bygningsomkostninger. Det skyldes mange indvendige overfladers korte levetider, brugsskifte som resulterer i nye organisationer af grundplanen og opgradering af installationer og klimaskærmen. Diagrammet fra DEG⁵⁰ (Francis Duffy, Fig. 8) viser at den bærende konstruktion har en



Figur 8: DEG (Francis Duffy): samlede bygningsrelaterede omkostninger over 50 år

forholdsvis stor andel af byggeomkostningerne, men har desuden en lang levetid. Efter en periode på 50 år er derfor den bærende konstruktions andel af udgifterne blevet til kun ca. en femte del af de samlede bygningsrelaterede omkostninger (se figur 6).

Bygningskomponenter med en kort levetid blev udskiftet flere gange og deres andel af hele regnskabet efter 50 år er blevet 3-10 gange så stort, set i forhold til opførelsen.

For at opnå et bæredygtig tilgang til renoveringsprojekter, bør man også fokusere mere på komponenternes levetid, siden flere udskiftninger også medfører en akkumulering af miljøpåvirkninger forårsaget af komponenternes fremstillingsprocesser. Fordelen med gentagne udskiftninger er på den anden side at komponenterne løbende kan opgraderes med mere tidsvarende løsninger, som så igen kan være med til at forbedre en bygnings bæredygtighed igennem dens effektiv drift.

Et incitament til mange renoveringsprojekter i dag er et ønske om en reduktion af driftsomkostningerne gennem energieffektivisering.

Betragter man økonomien i et bygningsprojekt ud fra dens levetid, kan man konstatere at omkostningerne til opførelse udgør 20-50% af de samlede byggeomkostninger alt efter bygningstype og -funktion.

Omkostninger til bygningsdrift udgør desuden 50%-80% i samme periode. Udefra et totaløkonomisk perspektiv er det derfor vigtigt at indtænke og planlægge driften helt fra begyndelsen af et projekt.

En simulationsberegning fra IEMB⁵¹ viser, at en bygnings driftsomkostninger ved en energiprisstigning på 3% over en 80-årig levetid udgør 81,2% af de samlede udgifter som hidrører fra en bygning.⁵² Regner man

vises i "midten" af matrixen, men som er –i realitet – monteret på ydersiden af facaden. Det afspejles i at det er faktisk kompliceret at påhænge altanen i dag og at der altid skal tages en stor del af facaden ned for at kunne få fat i konsollerne.

⁵⁰ DEG: Duffy, Eley, Giffone, Worthington, arkitektfirma med hovedsæde i London

⁵¹ IEMB: Institut für Erhaltung + Modernisierung von Bauwerken e.V., Berlin

⁵² Simulationsberegning henviser til et privat enfamiliehus, og der tages ikke hensyn til omkostninger til rengøring. I kontorbygninger i Danmark kan omkostninger til rengøring udgøre en større andel end energiomkostninger i en totaløkonomisk beregning. Det skyldes de høje lønomkostninger

med en energiprisstigning på kun 1 % udgør driftsomkostninger stadigvæk 69 % af bygningens totaløkonomi⁵³ (IEMB 2009: 3).

Et omfattende renoveringsprojekt giver faktisk muligheden for at "knække" en omkostningstung udvikling af drifts- og vedligeholdelses udgifter og samtidig øge bygningens levetiden betydeligt. Derudover, kan implementering af nye tekniske løsninger også hjælpe til at gøre bygningen mindre afhængig af f.eks. prisudviklingen på energimarkedet og derved "fremtidssikre" ikke kun bygningen, men også investeringen.

Renoveringsprojekter i den almene boligsektor og økonomien

Som tal fra DST viser er andelen af boligbygninger som venter på en renovering forholdsvis stor i Danmark. 35 % af alle etageboliger i Danmark er ejet af almene boligselskaber og ca. 57 % af dem er blevet opført mellem 1950 og 1975 – i absolut tal betyder det ca. 200.000 lejligheder (ca. 16 mio. m²) er ældre en 35 år og trænger til renovering⁵⁴.

Landsbyggefondens estimerer renoveringsomkostninger på alle almene boliger som er bygget før 2000 på 163 mia. kr. Især renovering af bebyggelser som er blevet opført før 1975 anses for at blive investeringstunge og LBF regner med gennemsnitlige renoverings omkostninger på ca. 496.000kr per bolig i bebyggelser opført før 1959 og henholdsvis 401.000kr per bolig opført i perioden 1960-74 (LBF 2005:22-25). Rapporten "Almene boliger med fremtid" henviser også til nødvendigheden at udføre gennemgribende renoveringsprojekterne så snart som muligt, og vurderer at om allerede 5-10 år endnu større og mere omfattende renoveringer bliver konsekvensen, hvis ikke nedrivning bliver den eneste løsning.

Efter rapporten vil opgaverne i de kommende renoveringsprojekter være at udbedre byggeskader (især montagebyggeri), opgradere installationer, men også køkkener og badeværelser, øget tilgængelighed⁵⁵, men også ombygning/sammenlægning af boliger for at opdatere boligernes størrelse til i dags standarder. Derudover skal også friarealernes kvalitet forbedres og derved en ny identitet til de respektive områder skabes (LBF 2005: 25). I rapporten skrives ikke om i hvorvidt renoveringsprojekter skal fokusere på energirigtige tiltag, ellers hvilken prioritet energi-effektivisering har i Landsbyggefondens renoveringsstrategi. Med hensyn til de antagne renoveringsomkostninger skal der også henvises til de økonomiske rammer der gælder til nybyggeri i den almene sektor. Siden 1. Januar 2004 eksisterer den såkaldte "Maksimumbeløb" som fastsættes en gang årligt og som angiver hvor meget en nybygget bolig højst må koste per m². I 2011 udgør maksimumbeløbet 21.160kr per m² familiebolig i Region Hovedstaden⁵⁶ plus et energitillæg på

⁵³ Simulationsberegning henviser til et privat enfamiliehus, og der tages ikke hensyn til omkostninger til rengøring. I kontorbygninger i Danmark kan omkostninger til rengøring udgøre en større andel end energiomkostninger i en totaløkonomisk beregning. Det skyldes de høje lønomkostninger

⁵⁴ Mange af disse bygninger er blevet renoveret i mellemtiden, men pga. byggeskader og utidssvarende boligforhold. Den næste "bølge" af renoveringer skyldes krav om øget energi-effektivitet og et ønske om at fremtidssikre boligerne med hensyn til stigende energipriser.

⁵⁵ Der kan forventes en stærk voksende antal af gamle beboere i fremtiden. Tal fra DST viser at den forventet levetid er konstant stigende i Danmark, mens befolkningstallet samtidig vokser. I dag er 23,3 % af Danmarks befolkning 60 år og ældre. En 60-årig kvinde har i gennemsnit en restlevetid på 23,7 år (DST 2011)

⁵⁶ maksimumbeløbet er forskelligt efter region og anvendelse af boligen. Maksimumbeløbet på 21.160Kr gælder for familieboliger i alment boligbyggeri i 2011.

1.070Kr⁵⁷ (SM a 2011). Maksimumbeløbet anses af Bygherreforeningen som en af de barrierer som "forhindrer de ekstra investeringer, der er nødvendige for at gennemføre energi- og totaløkonomisk fornuftigt byggeri" (Bang 2008).

Samtidig eksisterer der en overgrænse til størrelsen af familieboliger i almene boligbebyggelser som ligger på 115m² brutto (SM b 2011: Kap.8 §109). Resultatet af disse bestemmelser er at den maksimale økonomiske ramme til nybyggeri af en bolig ligger på ca. 2,5 mio.Kr.

I gennemsnit har en bolig i Sydjyllandsplanen⁵⁸ et etageareal på ca. 77m²⁵⁹ (Bertelsen 1997: 69) – en nyopført bolig på henholdsvis 77 m² ville derfor maksimal kunne koste ca. 1,71 mio.Kr⁶⁰.

Selvom Landsbyggefonden vurderer investeringen i renoveringsprojekter for boliger opført før 1975 som "investeringstunge" og regner med renoveringsomkostninger på ca. 400-500.000Kr per bolig (LBF 2005: 25), viser det sig at en gennemgribende renovering er – generelt set – den mere økonomiske løsning, end at nedrive og opføre nye boliger⁶¹.

Konklusion

Tallene som denne artikel fremlægger viser at der eksisterer et stort potentiale i renovering med brug af systemleverancer hvis man tager segmentet "renovering af det almene boligbyggeri fra perioden 1950-75". Forudsætningerne, både økonomiske og byggetekniske er meget sammenlignelige, bygherrerne er altovervejende professionelle og den store bygningsmasse fra perioden 1950-75 ejes og styres af relativt få forskellige organisationer.

Et udviklet renoveringssystem – en systemleverance - til etageboliger vil derfor kunne anvendes på tusindvis af boliger over hele Danmark uden at det kræver meget tilpasning af selve systemet til forskellige forhold.

Det gælder både på bygningsniveau, og økonomisk. Systemleverancer kendetegnes ved at integrere kompleksiteten af en bygningsopgave. Når man ser på ønsket om (eller krav til) at spare på det bygningsrelaterede energiforbrug, er etageboligbebyggelser oplagte at fokusere på, fordi en relativ stor mængde af bygninger kan renoveres forholdsvis enkelt og ved brug af den samme systemløsning.

Systemleverancernes styrke i forhold til renoveringsopgaver er at der er mulighed for tilpasning efter behov, men efter principper for industriel produktion, som medfører fordele som høj kvalitet og definerede omkostninger. Systemleverancer har klart definerede grænseflader (både fysiske, men også proces grænseflader) til andre systemer, som muliggør en enkel integration i større renoveringskoncepter. Udover det kan services som planlægning eller vedligeholdelse være en del af systemleverancen. Dermed kan tilbydes en fleksibel løsning for en kompleks byggeopgave, som tager hensyn til alle projektets faser, fra produktionen over byggeriet, brug- og drift og hen til bortskaffelsen (se hertil også Mikkelsen et al., 2005).

⁵⁷ tal gælder kun etageboliger som er påbegyndt (indsendelse af skema B) efter 1. Januar 2011)

⁵⁸ Montagebyggeri, tidsperiode 1962-67

⁵⁹ Tal fra tabel: Sydjyllandsplanen: antal lejligheder: 1.803, antal m²: 139.297. Gennemsnit: 77,25m² (Bertelsen 1997: 69)

⁶⁰ 77m² x 21.160kr (maksimumbeløbet) + 1.070kr (energitillæg) = 1,71 mio. Kr.

⁶¹ udefra betragtningen at en gennemgribende renovering ville forlængere levetiden af bygningen svarende til levetiden af en ny bygning.

Men der er også mange barrierer for at det eksisterende potentiale faktisk bliver til et marked.

Efterspørgslen af renoveringsløsninger er stadig forholdsvis lille og konsekvensen er at entreprenørfirmaer mangler tryghed for deres investering i udviklingen af nye systemløsninger.

Samtidig er vores rentabilitetsforståelse baseret på nuværende energipriser, men bare udviklingen på energimarkedet i de sidste 5 år har vist at det ikke nødvendigvis kun er ressourceknaphed, men også spekulation der skaber store, uforudselige udsving af energiomkostningerne⁶². Hvis disse parametre tages med i en vurdering vil det vise sig at langt flere renoveringsprojekter – som har til formål at sænke det bygningsrelaterede energiforbrug - faktisk er rentable og øger desuden den økonomiske tryghed med hensyn til udviklingen af bygningsrelaterede udgifter for beboerne og ejerne.

Den almene sektor kunne – som allerede beskrevet i rapporten "Byggeriets Fremtid – fra tradition til innovation" (Erhvervsfremmestyrelsen 2000) – spille en afgørende rolle og sætte gang i renoveringer med en industrialiseret tilgang i Danmark. Men almene bygherrer står i den situation, at ikke kan binde sig til rådgivere og entreprenørfirmaer i en udviklingsproces af en ny systemleverance, fordi fastlagte udbudsprocedurer skal følges. Desuden kan entreprenører ikke se fordele ved at udvikle komplekse leverancer uden at være sikre på at produktet kan sælges. Udover dette er det vigtigt for almene bygherrer at benytte sig af afprøvede løsninger for at minimere risici i et renoveringsprojekt.

På den anden side, vil industrialiseringen af hele leverancen, med aftaler for den efterfølgende vedligeholdelse og planlagt bortskaffelse, øge trygheden på bygherrens side på forskellige niveauer og samtidig sikre at bæredygtigheden i de nye industrialiserede løsninger kan styres og forudbestemmes nøje. Og især det sidstnævnte – bæredygtigheden – er ved at få en meget stor betydning med hensyn til en positiv fremtidig udvikling af vores bygningsbestand.

⁶² se også: IMF 2010, kapitel 3: Oil scarcity, growth, and global imbalances

Bibliografi / Referencer

- Bang, Henrik L., 2008. *Åbent brev til Connie Hedegaard*. København: Bygherreforeningen.
Available at:
http://www.bygherreforeningen.dk/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=29&Itemid=32&limitstart=10 [Accessed February 28, 2011].
- Bertelsen, S., 1997. *Bellahøj, Ballerup, Brøndby Strand : 25 år der industrialiserede byggeriet*, Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.
- Brand, S., 1995. *How buildings learn : what happens after they're built*, New York: Penguin Books.
- Bygherreforeningen eds., 2010. *Energirenovering af lejligheder*. København: Bygherreforeningen.
Available at:
http://www.bygherreforeningen.dk/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=72&Itemid=32 [Accessed February 28, 2011].
- Danmarks Nationalbank (DN), 2010. *Danmarks Nationalbank: KVARTALSOVERSIGT, 4. KVARTAL 2010*, København: Danmarks Nationalbank.
Available at:
<http://www.nationalbanken.dk/dndk/specialdoc.nsf/htmlDocSearch.HTML?ReadForm&searchstring=statsobligation> [Accessed February 28, 2011].
- Danmarks Statistik (DST), 2011. *Nyt fra Danmarks Statistik: Middellevetid 2009/2010*. København: DST.
Available at: <http://www.dst.dk/pukora/epub/Nyt/2011/NR072.pdf>.
- Energistyrelsen, 2010. *Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet*. København: ENS.
- Erhvervsfremme Styrelsen (EFS), 2000. *Byggeriets Fremtid – fra tradition til innovation*, København: Erhvervsfremme Styrelsen.
- Erhvervs- og Byggestyrelsen (EBST), 2010. *Bygningsreglementet - BR10*. København: EBST.
Available at: <http://www.ebst.dk/bygningsreglementet.dk/br10/0/42> [Accessed February 15, 2011].
- Hegger, M. og Institut für internationale Architektur-Dokumentation, 2008. *Energy manual : sustainable architecture*, Basel, Boston, Munich: Birkhäuser - Edition Detail.
- Hermelink, A., 2009. *How deep to go: remarks on how to find the cost-optimal level for building renovation*. Report PBENDE084668, European Council for an Energy Efficient Economy and Ecofys, Germany.
- Hviid C. A. og Petersen, S., 2005. *Metode til optimering af nyt lavt boligbyggeri til lavenerginiveau*, Lyngby: BYG.DTU.
- IEMB - Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. an der TU Berlin, 2006. *Bauen und Wohnen im Lebenszyklus*, Berlin: Kompetenzzentrum Bauen der Initiative KKQB.
- International Monetary Fund (IMF), 2010. *World economic outlook. April 2010, Rebalancing growth*, Washington: International Monetary Fund.
- Kragh, Jesper og Kim B. Wittchen, 2011. *Danske bygningers energibehov i 2050*, Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.
Available at: <http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/energibesparelser/danske-bygningers-energibehov-i-2050/danske-bygningers-energibehov-i-2050> [Åbnet Februar 21, 2011].

Københavns Kommune (KK), 2003. *Partnerskabet REMISEVÆNGET, HØRGÅRDEN OG DYVEKEVÆNGET*. Forudsætningsmateriale 2003. København.

Landsbyggefonden (LBF), 2005. *At fremtidssikre almene boliger fra 50'erne : idékatalog på baggrund af 20 demonstrationsprojekter*, København: Landsbyggefonden.

Mikkelsen, Hans, Anne Beim, Lars Havm, og Martin Tølle. 2005. *Systemleverancer i byggeriet - en udredning til arbejdsbrug*. Kgs. Lyngby: Danmarks Tekniske Universitet.

Møller, M.V., 1999. *Finansiel styring i internationale virksomheder*, Aarhus: Handelshøjskolen Aarhus.

National Board of Housing, Sweden (NBHS), 2005. *Housing Statistics in the European Union 2004*, Karlskrona: National Board of Housing, Building and Planning, Sweden.
Available at: <http://www.sm.dk/noegletal/by-og-bolig/International-boligstatistik/Documents/housing%20statistics.pdf>.

Socialministeriet (SM), 2006. *Styrk beboersammensætningen i de almene boliger : fem udvalgte redskaber.*, København: Socialministeriet.

Socialministeriet (SM a), 2011. *Maksimumbeløbet for alment boligbyggeri - Socialministeriet*. København: Socialministeriet.
Available at: <http://www.sm.dk/noegletal/by-og-bolig/Almene-boliger/Maksimumbeloeb-for-alment-boligbyggeri/Sider/Start.aspx> [Accessed February 17, 2011].

Socialministeriet (SM b), 2011. *Almenboligloven - Bekendtgørelse af lov om almene boliger m.v.* København: Socialministeriet.
Available at: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=135348> [Accessed February 17, 2011].

Tommerup, H., 2010. *Energirenovering af typeskolebygning fra 1970'erne*, Kgs. Lyngby: DTU Byg.

Websider / online referencer

Energi-og Olieforum, Fyringsolie - EOF. *Prisudviklingen på fyringsolie*. København: EOF.
Available at: <http://www.eof.dk/Priser-og-Forbrug/Fyringsolie-udvikling.aspx> [Accessed Februar 16, 2011].